



REGIONE LAZIO  
PROVINCIA DI LATINA  
COMUNE DI APRILIA



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
DENOMINATO "APRILIA 5",  
DI POTENZA DI PICCO PARI A 15,179 MW<sub>p</sub> E POTENZA  
NOMINALE PARI A 15,014 MW<sub>ac</sub> INTEGRATO CON  
SISTEMA DI ACCUMULO DA 15 MW,  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI APRILIA.**

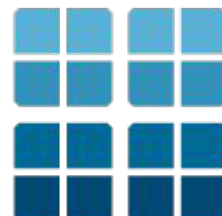


**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale  
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente

 **ICA REN ONE SRL**

Via Giorgio Pitacco, 7  
00177 Roma (Italia)  
C.F. / P.IVA 16646881009



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_146_REL06	-	Relazione Campi Elettromagnetici			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	09/02/2024	Prima emissione per procedura di VIA	AO	CS	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

<i>Codice elaborato ICA_146_RELO6</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
<i>Revisione 00 del 09/02/2024</i>		

## Sommario

1.	PREMESSA .....	2
2.	DESCRIZIONE GENERALE.....	2
2.1	Localizzazione .....	2
2.2	Descrizione del progetto.....	2
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.1	Norme generali, norme tecniche e linee guida.....	3
3.2	Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio2003) .....	4
4.	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	6
4.1	Moduli fotovoltaici .....	6
4.2	Dispositivi di conversione e trasformazione .....	6
4.3	Dispositivi di accumulo, conversione e trasformazione .....	8
4.4	Cavidotti interrati in corrente alternata .....	12
4.5	Cavidotto interrato di connessione alla RTN.....	13
4.1	SEU e collegamento in alta tensione alla Stazione elettrica smistamento della RTN .....	15
5.	CONCLUSIONI .....	17

Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

## 1. PREMESSA

Il presente studio si riferisce al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 15,179 MWp e potenza in immissione di 15,014 MW integrato da un sistema di accumulo di 15 MW, da realizzarsi su aree agricole situate nel Comune di Aprilia (LT).

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra - esce alle linee a 150 kV RTN "Aprilia 150 – Campo di Carne" e "S.Rita – Aprilia 150".

La società Proponente è ICA REN ONE S.r.l., con sede legale in Via Giorgio Pitacco n. 7 - Roma, CF/P.IVA 16646881009, che, in virtù dei contratti preliminari, dispone della titolarità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

### 2.1 Localizzazione

L'impianto è ubicato in aree agricole e si sviluppa in un unico sottocampo situato nel Comune di Aprilia.

Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

Latitudine 41.551682°

Longitudine 12.612230 °

In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1:10.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni 399040 – 399080 – Aprilia; sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000 i fogli di riferimento sono il 158 IV SE Campo di Carne.


Catastralmente i lotti sono individuabili al Comune di Aprilia, Foglio 132.

Il lotto è accessibile mediante viabilità comunale facente capo alla viabilità provinciale, rappresentata dalla SR207 a est dell'area di progetto.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 1,7 km fino ad arrivare alla Stazione Elettrica (SE) sita nel comune di Aprilia.

### 2.2 Descrizione del progetto

L'impianto si sviluppa su di un lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 20 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 4.5 km a Sud rispetto al centro abitato di Aprilia (LT). I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno).

<i>Codice elaborato ICA_146_RELO6</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
<i>Revisione 00 del 09/02/2024</i>		

Saranno installati n° 22.656 moduli fotovoltaici bifacciali marcati Canadian Solar di potenza unitaria di picco pari a 700 Wp, disposti su tracker monoassiali ad inseguimento solare est-ovest. L'elettrodotto in antenna a 30 kV per il collegamento tra l'impianto e la SEU 30/150kV e tra la SEU 30/150kV e la Stazione elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'impianto sarà dotato di un sistema di accumulo Bess di capacità pari a 30 MWh con potenza di 15 MVA.

I moduli saranno installati su strutture ad inseguimento monoassiale con disposizione unifilare per un totale di:

- 84 Inseguitori 1P15
- 604 Inseguitori 1P30
- 25 Inseguitori 1P31

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato, per un totale di 11 inverter Siel Soleil 1415 e 2 Inverter Siel Soleil SPX 250kW, racchiusi in 3 cabinati.


La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra - esce alle linee a 150 kV RTN "Aprilia 150 – Campo di Carne" e "S.Rita – Aprilia 150"

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento da rispettare per la progettazione degli impianti fotovoltaici.

#### 3.1 Norme generali, norme tecniche e linee guida

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- DPCM 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156);
- CEI 106-11. Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo;

Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- Linea Guida (ENEL) per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

### 3.2 Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio 2003)

Il quadro di riferimento dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da elettrodotti e cabine elettriche, è rappresentato dagli artt. 3 e 4 del DPCM 8 luglio 2003, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2).

#### Art. 3. (Limiti di esposizione e valori di attenzione)

1. *Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.*
2. *A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.*

#### Art. 4. (Obiettivi di qualità)

1. *Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.*

Le tabelle seguenti riportano i suddetti limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità.


Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

Tabella 1 – Limiti di esposizione


Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1-3	60	0.2	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 - Valori di attenzione in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti, a permanenze non inferiori a 4 ore

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3 - Obiettivi di qualità all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

## 4. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 4.1 Moduli fotovoltaici

La tecnologia dei moduli fotovoltaici prevede la generazione di tensioni e correnti continue per cui non sussistono variabilità nei campi rilevanti, poiché circostanziate in brevissimi transitori in corrispondenza di accensione e spegnimento degli inverter. Difatti, la certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non prevede prove riguardanti i CEM.

### 4.2 Dispositivi di conversione e trasformazione

I dispositivi di conversione e trasformazione utilizzati per il progetto in oggetto saranno convertitori statici trifase (*inverter*) di tipo centralizzato marca SIEL, modello DSPX TLH 1415M e DSPX 250kW, posizionati all'interno di N° 3 cabinati, dei quali:

- N.2 cabinati, contenente 4 inverter 1415 M, per una potenza nominale pari a 5660 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA;
- N.1 cabinato, contenente 3 inverter 1415 M e 2 inverter SPX 250kW, per una potenza nominale pari a 4745 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA.

La Tabella 4 riporta le caratteristiche tecniche degli inverter.



Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

Tabella 4 – Caratteristiche tecniche degli inverter SIEL DSPX TLH 1415M

SOLEIL DSPX TLH 1500	708	1415M(*)	2830M(*)	4245M(*)	5660M(*)
<b>Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli</b>					
Nominale [kWp]	718	1435	2865	4291	5721
Massima [kWp]	899	1794	3582	5364	7152
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
<b>Ingresso DC – Specifiche tecniche</b>					
Intervallo operativo di tensione [V] <sup>7</sup>	950 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] <sup>7</sup>	950 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1170				
Tensione minima DC [V]	950				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	757	1511	3016	4517	6023
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	947	1889	3770	5647	7529
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
<b>Uscita lato AC</b>					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] <sup>1</sup>	707,5	1415	2830	4245	5660
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] <sup>1</sup>	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] <sup>1</sup>	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] <sup>2</sup>	639	1277	2553	3830	5106
Corrente Massima Imax [A] <sup>3</sup>	724	1447	2894	4341	5787
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] <sup>4</sup>	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] <sup>4</sup>	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] <sup>4</sup>	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] <sup>5</sup>	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] <sup>6</sup>	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)
Euro Efficienza [%] <sup>6</sup>	99,29 (**)	99,33 (**)	99,36 (**)	99,36 (**)	99,35 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) <sup>1</sup>	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente dic cortocircuito [A]	1086	2170,5	4341	6511,5	8680,5

Per il calcolo delle DPA per le cabine elettriche si utilizzerà la metodologia dettagliata all'interno del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, secondo la quale la fascia di rispetto è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, e va



calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore, applicando la formula:

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I}$$

dove  $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore,  $x$  la distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo, considerando, nel caso di più cavi, per ciascuna fase il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso specifico, essendo la corrente nominale massima pari a 5787 A, ed il diametro esterno del cavo pari 29.2 mm (cavo di sezione 240 mm<sup>2</sup>), la DPA si può assumere pari a 5 m, come illustrato nella **Figura 1**

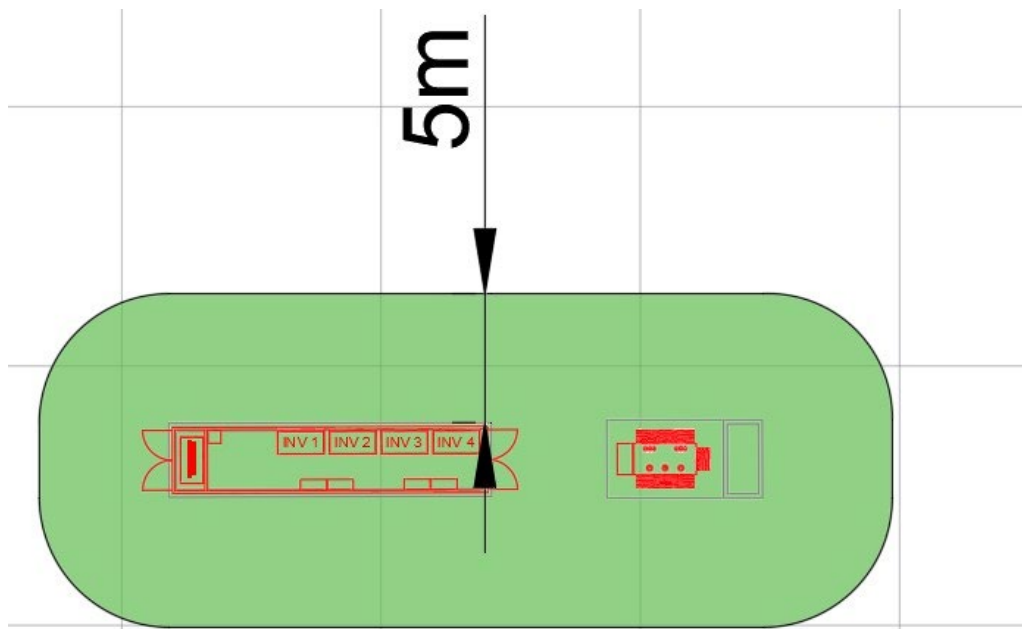



Figura 1- Rappresentazione grafica DPA per cabinet da 5660kVA

#### 4.3 Dispositivi di accumulo, conversione e trasformazione

Il progetto in esame prevede l'installazione su quattro aree distinte di impianti BESS, o Battery Energy Storage System, che si occuperanno di gestire l'accumulo di energia prodotta dall'impianto

<i>Codice elaborato ICA_146_RELO6</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
<i>Revisione 00 del 09/02/2024</i>		

fotovoltaico per poterlo rendere disponibile quando necessario. Le unità Bess comprendono una stazione inverter a cielo aperto installata su basamenti metallici (skid) con un inverter trifase stabilizzato termicamente ed a elevata densità di potenza (470 kW/m<sup>3</sup>).

Il sistema di raffreddamento è a liquido (LCS - Liquid Cooling System).

La stazione inverter impiegata (Full Skid) è la INGECON SUN FSK è equipaggiata di: 1 inverter solare (SUN STORAGE 3660TL Serie C), trasformatore BT/MT, cabinet di bassa tensione, quadro AT e trasformatore per servizi ausiliari.

In totale, è prevista l'installazione di 5 stazioni di potenza BESS, di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dello skid.

*Tabella 5 – Caratteristiche tecniche degli Skid BESS*

<b>INGECON SUN STORAGE</b>		3Power C Series 1,500 V <sub>dc</sub>					
INGECON® SUN STORAGE 3660TL							
	C366	C450	C578	C600	C630	C645	C660
<b>Input (DC)</b>							
Battery voltage range for off-grid mode	530 - 1,300 V	646 - 1,300 V	823 - 1,300 V	853 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V
Battery voltage for grid-tied model <sup>1)</sup>	581 - 1,300 V	708 - 1,300 V	903 - 1,300 V	937 - 1,300 V	983 - 1,300 V	1,006 - 1,300 V	1,028 - 1,300 V
Maximum voltage	1,500 V						
Maximum current	3,850 A						
N° Inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	Up to 63 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R 5mS) (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
<b>Input protections</b>							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type H-II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection						
<b>Output (AC)</b>							
Power @35 °C / @50 °C	2,028.6 kVA / 1,743.3 kVA	2,494.2 kVA / 2,143.4 kVA	3,203.7 kVA / 2,753.1 kVA	3,325.6 kVA / 2,857.9 kVA	3,491.9 kVA / 3,000.8 kVA	3,575 kVA / 3,072.2 kVA	3,658.1 kVA / 3,143.7 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage <sup>2)</sup>	366 V IT System	450 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor <sup>3)</sup>	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>4)</sup>	<3%						
<b>Output protections</b>							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type H-II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
<b>Features</b>							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	7,600 W						
Stand-by or night consumption <sup>5)</sup>	185 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
<b>General Information</b>							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65 <sup>6)</sup>						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's BESS sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m <sup>3</sup> /h						
Average air flow	12,000 m <sup>3</sup> /h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	<57 dB(A) at 10m / <49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, CEI 0-16, NTS Spain, VDE AR-N 4120, VDE-AR-N 4110, Arrêté du 9 juin 2020, Terna A6B), G99, South African Grid Code, Mexican Grid code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, IEC61727, ABNT NBR 16143, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai), Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

**Notes:** <sup>1)</sup> Minimum voltage DC (VDC, min) for Vgrid,max = 1.1 p.u. and Power Factor=1. If Vgrid,max is higher than this value, the minimum voltage should be corrected as VDC, min \* Vgrid,max / 1.1. For other DC voltage ranges, please contact Ingeteam's BESS sales department. <sup>2)</sup> Other AC voltages and powers available upon request. <sup>3)</sup> For P<sub>ac</sub>>25% of the rated power. <sup>4)</sup> For P<sub>ac</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4. <sup>5)</sup> Consumption from Battery. <sup>6)</sup> Except for the LC filter and the air-water heat exchanger, that are IP54.

**Ingeteam**

Per il calcolo delle DPA per le cabine elettriche si utilizzerà la metodologia dettagliata all'interno del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, secondo la quale la fascia di rispetto è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore, applicando la formula:

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I}$$

dove  $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore,  $x$  la distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo, considerando, nel caso di più cavi, per ciascuna fase il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso specifico, essendo la corrente nominale massima pari a 3200 A, ed il diametro esterno del cavo pari 29.2 mm (cavo di sezione 240 mm<sup>2</sup>), la DPA si può assumere pari a 4 m, come illustrato nella Figura 2 .

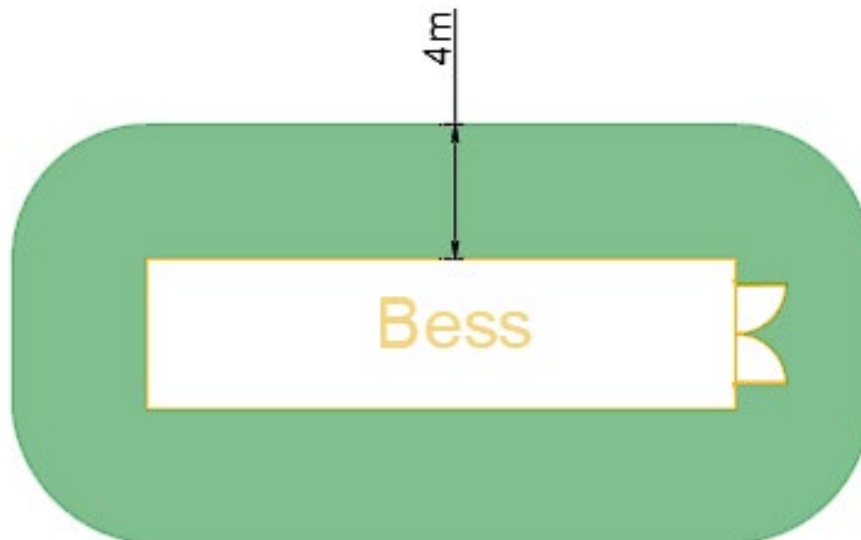


Figura 2- Rappresentazione grafica DPA per SKID BESS

#### 4.4 Cavidotti interrati in corrente alternata

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AC interni all'impianto fotovoltaico si considera preponderante l'utilizzo di cavi elicordati, da cui si assume quanto riportato nelle norme CEI 106-11 e CEI 11-17.

Difatti, sia all'interno della norma CEI 106-11, sia secondo quanto riportato nelle linee guida ENEL "Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", l'effetto dovuto alla cordatura dei differenti conduttori anche grazie alle distanze ridotte e alla continua trasposizione tra di essi, fa risultare che l'obiettivo qualitativo dei  $3\mu\text{T}$  sia raggiungibile a distanze approssimativamente inferiori ad 1 m, anche (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso, come visibile in Figura .

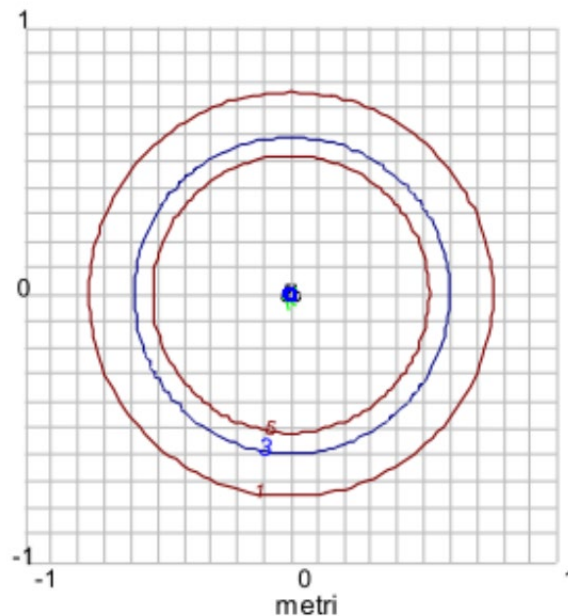


Figura 2 - Curve equivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica. (CEI 106-11)

I cavi impiegati per la distribuzione interna all'impianto, per la connessione tra le cabine di conversione e trasformazione (Power Station) sono del tipo ARE4H1R con valori di tensione di 30kV di varie sezioni (cavi tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente. La posa dei cavidotti prevede una quota di interro di circa a 1,2m, quindi, sicuramente maggiore di 1 m; questo determina che le fasce di rispetto abbiano un'ampiezza inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è, dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee in cavo cordato ad elica sotterraneo.

#### 4.5 Cavidotto interrato di connessione alla RTN

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi MT nella tratta di collegamento tra la cabina colletttrice 30kV di impianto e la futura Stazione Elettrica della RTN di Terna si prevede una configurazione che comprende l'utilizzo di due 1 terna di cavi del tipo ARG7H1R 19/36 kV di sezione 3x1x300mm<sup>2</sup> con conduttore in alluminio compatto. Si sono assunti per il calcolo i seguenti parametri, adottando la tipologia di posa dei cavi a trifoglio all'interno di una trincea con profondità di 1,4 m e con una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W ed il valore di portata massima di 472 A. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Di seguito si riportano le tipologie di posa, Figura 3 e 4.

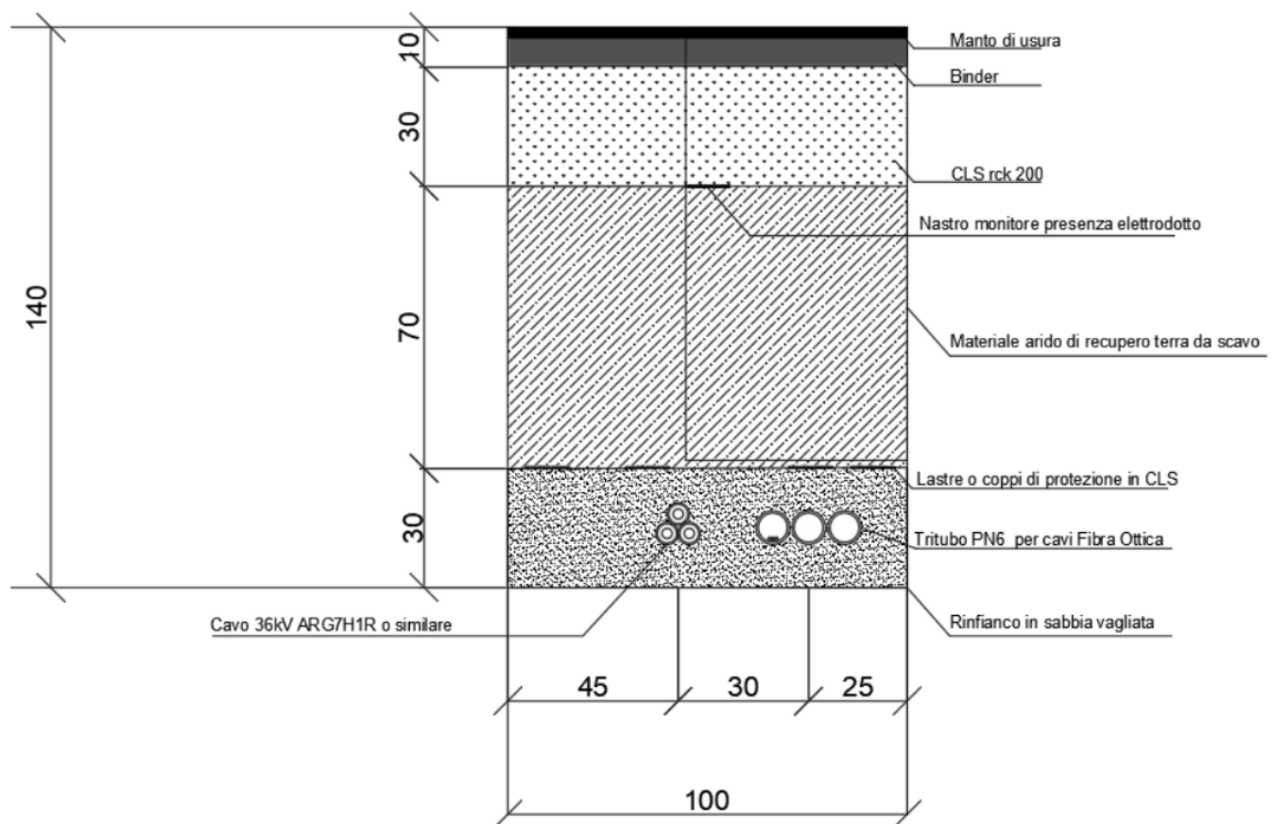


Figura 3 - Sezione tipo su manto stradale



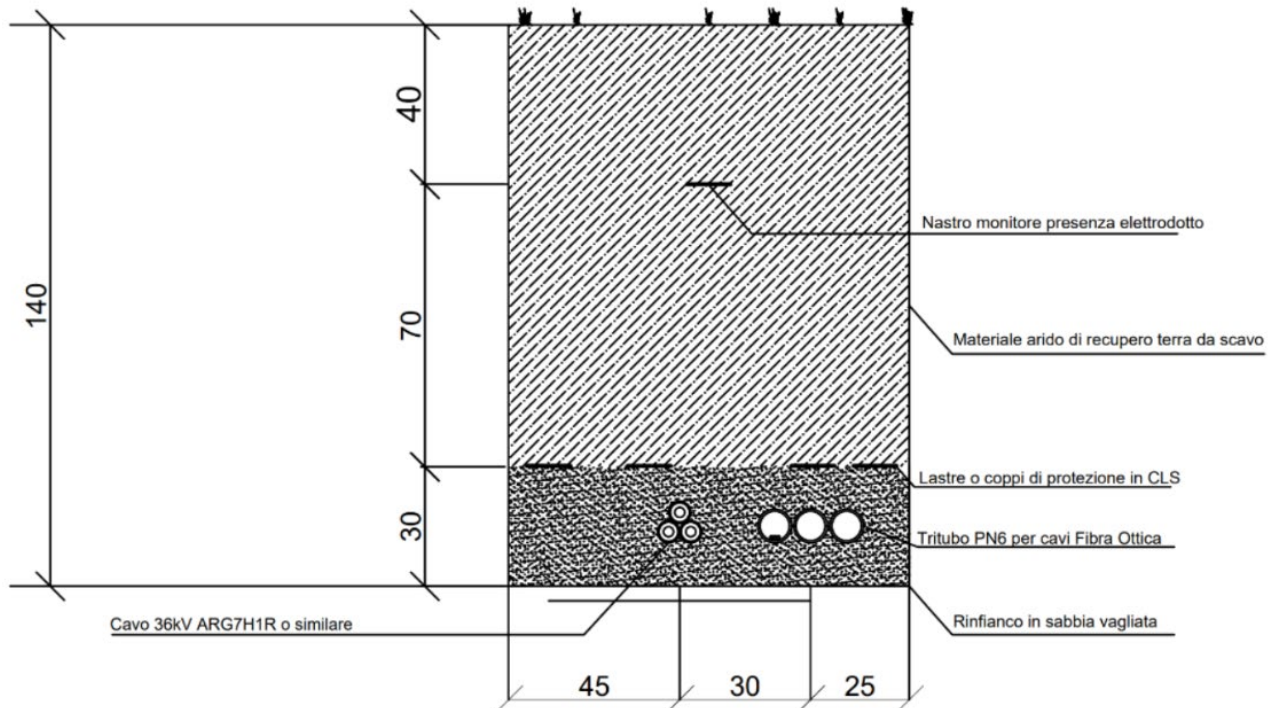


Figura 4 - Sezione tipo su terreno vegetale

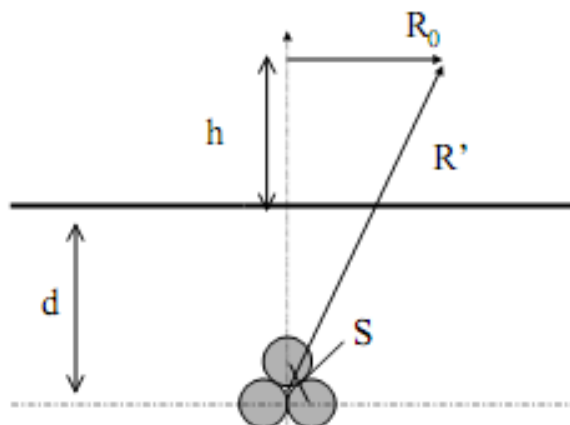
Secondo quanto riportato nel DM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule dettagliate nella norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.


Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ .

La formula applicata considerando la tipologia di posa con conduttori a trifoglio risulta:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$

Di seguito la rappresentazione grafica esplicativa:



Codice elaborato ICA_146_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
Revisione 00 del 09/02/2024		

Pertanto, inserendo i dati caratteristici della tratta:

$$S = 0,096 \text{ m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 96 mm)}$$

$$I = 472 \text{ A}$$

si ottiene:

$$R' = 1,93 \text{ m}$$

Al fine di fornire un valore più fruibile, si approssimerà il valore all'unità intera più vicina, in questo caso il valore della **fascia di rispetto è pari a 2 m** per parte rispetto l'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della fascia di tracciato di posa dei cavi (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Non si ritiene necessario rappresentare il calcolo del campo elettrico inerente alla linea in esame in quanto, trattandosi di cavo provvisto di schermatura, il campo elettrico esterno alla schermatura risulterebbe nullo.

#### 4.1 SEU e collegamento in alta tensione alla Stazione elettrica smistamento della RTN

Il campo magnetico prodotto da una sorgente lineare è fisicamente dipendente dal valore di corrente di linea e dalla distanza dalla linea stessa; in seconda istanza il campo magnetico dipende dalle caratteristiche fisiche della linea (materiale conduttore, isolante, etc.) e del mezzo attraverso il quale il campo viene trasmesso (aria, terreno, etc.). Il calcolo del valore del campo magnetico nel caso in esame è possibile attraverso l'utilizzo della Legge di Biot-Savart:

dove:

$B_0$  è il campo magnetico;

$r$  è la distanza lineare dalla sorgente;

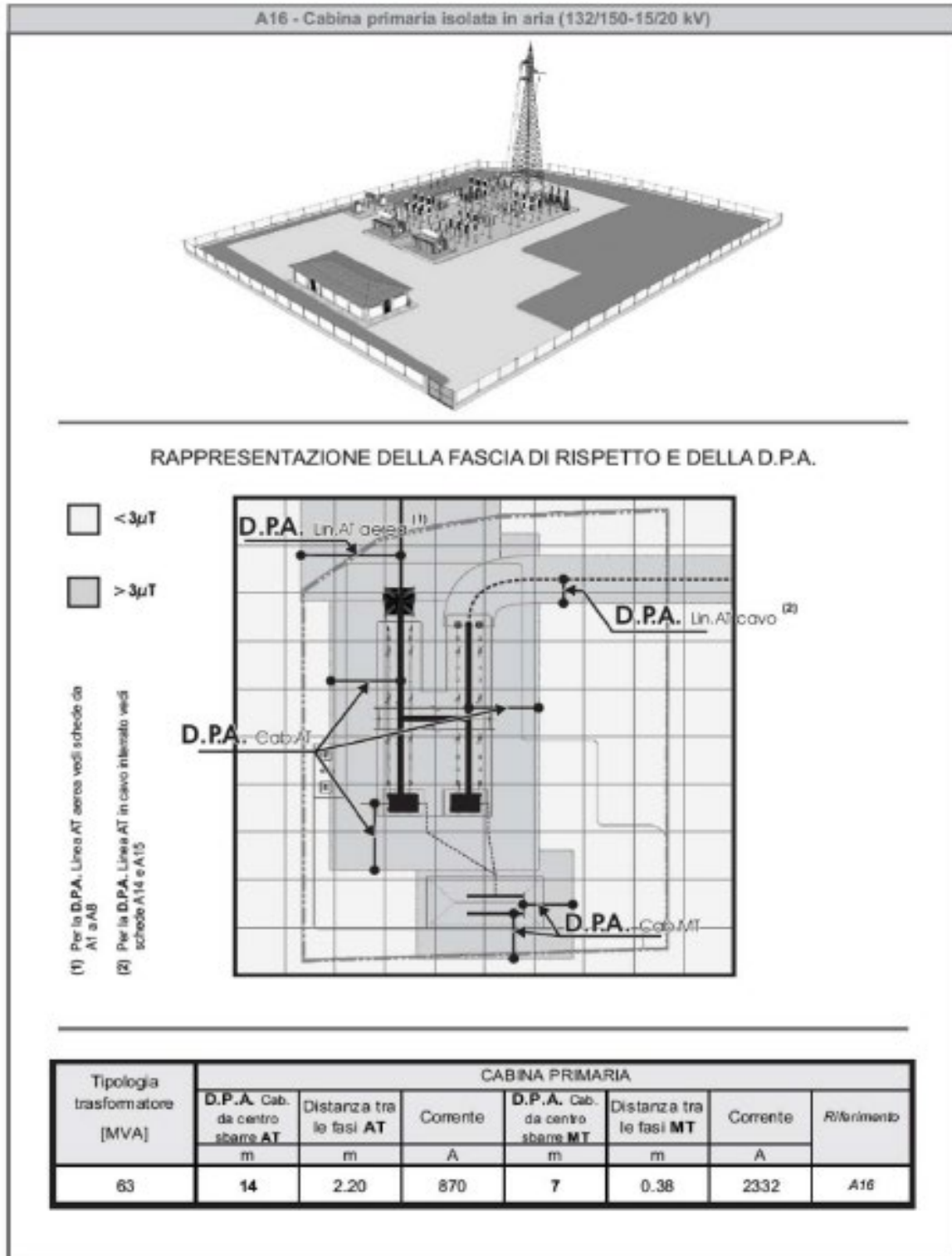
$i$  è l'intensità di corrente;


$\mu_0$  è la permeabilità magnetica (qui espressa come permeabilità magnetica del vuoto; nel nostro caso la permeabilità magnetica sarà quella dei mezzi attraversati dal campo: isolanti, pareti, terreno, etc.).

Il campo magnetico, pertanto, cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza; per distanze apprezzabili (già nell'ordine di qualche decina di centimetri, e comunque inferiori al metro) il suo valore decresce approssimativamente con il quadrato della distanza geometrica ( $1/r^2$  conseguenza della presenza nella formula di  $r$  sia al numeratore che al denominatore)

I DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce anche la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli

elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.



<i>Codice elaborato ICA_146_RELO6</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ONE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16646881009
<i>Revisione 00 del 09/02/2024</i>		

## 5. CONCLUSIONI

Per le opere assoggettabili al DM 29.05.08, si possono dedurre le seguenti conclusioni:

- i moduli fotovoltaici non risultano essere coinvolti nel calcolo CEM per la tipologia di tensione e corrente generate;
- per le cabine elettriche di conversione e trasformazione la DPA rispondente ai calcoli è pari a 5m, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- per gli Skid BESS di accumulo dell'energia, conversione e trasformazione la DPA rispondente ai calcoli è pari a 4m, ricadendo all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- per le linee interne all'impianto fotovoltaico a 30 kV relative le connessioni tra le cabine elettriche di conversione, essendo la tipologia di posa elicordata non è necessario assumere alcuna DPA, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- La SEU ed il collegamento alla futura SE RTN di Terna, considerata la configurazione complessa con una coppia di terne di sezione uguale poste nello stesso scavo viene assunta una DPA di 14 m per lato dall'interasse delle Sbarre AT150kV
- per il cavidotto di collegamento della cabina collettrice d'impianto con la futura SE RTN di Terna, considerata la configurazione in singola terna di sezione 300mm<sup>2</sup> posta in posa interrata viene assunta una DPA di 2 m per lato dall'interasse del cavidotto.

In conclusione, secondo i criteri di valutazione adottati e sopraesposti, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici, tantomeno in aree che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.